

DEUTSCHE BAUZEITUNG

MITTEILUNGEN ÜBER

ZEMENT, BETON- UND EISENBETONBAU

* * * * *

UNTER MITWIRKUNG * DES VEREINS DEUTSCHER PORTLAND-CEMENT-
* * FABRIKANTEN * UND * DES DEUTSCHEN BETON-VEREINS * *

VII. JAHRGANG 1910.

NO. 18.

Siloanlage der Portland-Zement-Fabrik „Croatia“ A.-G. in Podsused bei Agram.

Von Dipl.-Ing. S. Zipkes in Zürich. (Fortsetzung.)

2. Zementsilo-Anlage.

Die Anlage, die in Abbildungen 7, 8, 9 in halbem Grundriß, Längsschnitt und Querschnitten dargestellt wird, ist für die Aufnahme von rd. 2800 cbm, d. s. rd. 400 Waggons, Zement ausgebaut und könnte ohne weiteres nach Bedarf erweitert werden; sie besitzt, wie Abbildung 7 zeigt, eine rechteckige Grundrißform mit einer Längsseite von 32,58 m und einer Tiefe von 20 m. Hier- von wird nur eine Grundfläche von 24 m auf 8 m von den 12 eigentlichen Silozellen überdeckt, die übrige Grund- rißfläche dient dem Zwecke der Verpackung. An einem Kopfende ist die Pack-Siloanlage angeordnet, die aus vier Silozellen besteht, welche den Elevatorraum umgren- zen und mit ihm den sogenannten Turm bilden. (Vergl. auch das Bild des Silos Abbildung 5 in No. 17). Auf bei- den Seiten der Zellenanlage sind ebenfalls für Verpak- kungszwecke durchgehende Rampen, die mit Vordächern versehen sind, angeordnet. Der gesamte Bau ist in Eisen- beton erstellt.

Die Hauptzellen haben quadratischen Grundriß mit 4 m Seitenlänge. Ihre Höhe mißt von Trichteroberkante bis obere Decke 15,3 m. Die Wandstärke beträgt oben 10 cm, unten 24 cm. Jede Zelle hat ein Fassungsvermögen von rd. 240 cbm oder 33,3 Eisenbahnwagen. Die Trichter schlie- ßen sich dem Zellengrundriß an, sind pyramidenförmig mit der Spitze nach unten gerichtet, weisen eine Höhe von 2,95 m auf und sind am unteren Ende mit einer Ausguß- Oeffnung von 40/40 cm versehen.

Die Lasten werden zum Teil durch die Zellenwände, zum Teil durch besonders angeordnete Balken auf die Säulen übertragen. Die mittleren Säulen sind 95/95 cm, die äußeren 70/70 cm stark. Die Lasten werden endlich durch die Säulen mittels eines durchgehenden, in Platten und Rippen aufgelösten Eisenbeton-Fundamentes auf den Bo- den übertragen. In einer Entfernung von 4,3 m von Unter- kante der Fundamentplatte ist eine zweite durchgehende Decke angeordnet von gleicher Ausdehnung wie die Vor- dachanlage. Unter dieser Decke ist um die Silos herum- laufend ein Raum von 2,5 m Höhe ausgespart, welcher als Faß- und Sacklager dient. Die Decke liegt 1,1 m über Schienenoberkante der Gleisanlage und bildet zugleich die Laderampe.

Die Zellenwände sind im Inneren glatt ohne Veran- kerungen oder lotrechte Rippen ausgeführt. Ueber den Zellen, die mit einer Decke versehen sind, erhebt sich der Förderraum, in welchem die Transporteinrichtungen un- tergebracht sind. Er endet im Elevator-Turm, von wo der Zement durch Fördervorrichtungen den einzelnen Zellen zugeführt wird. Der Förderraum wird durch 8 m weit gespannte Rahmenbalken (ohne Zwischenstützen) überdeckt. Die Rahmenbalken sind in Entfernungen von je 4 m v. M. z. M. angeordnet, sind bogenförmig ausgebil- det und durch 9 cm starke Platten verbunden.

Der umbaute, für die ausschließliche Aufbewahrung von Gütermassen verwendbare Raum beträgt 2877 cbm. Die Wandfläche der Schächte ist $15,3 \cdot (24 \cdot 3 + 8 \cdot 7) = 1958,4 \text{ qm}$, diejenige der Trichter $336,94 \text{ qm}$. Das Verhältnis zwischen

Inhalt und Wandfläche beträgt $\frac{F}{J} = 0,797$. Nach der vom Verfasser abgeleiteten allgemeinen Formel $\frac{F}{J} = \frac{2(z+1)}{n \cdot z}$ erhält man für den vorliegenden Fall, wo $z = 2$ und $n = 4$ zu setzen ist, den Wert $\frac{F}{J} = 0,75$. Infolge der unregel-

mäßigen Form der Trichter wurde das Verhältnis zwischen Wandfläche und umbautem Raum etwas vermindert. Die Kenntnis des Wertes von $F:J$ hat eine gewisse praktische Bedeutung, weil sich mit Hilfe derselben der Preis der Siloanlage mit ziemlicher Genauigkeit ableiten läßt. Ge- wöhnlich wird der Fassungsraum, den eine solche Anlage aufweisen soll, gegeben und hieraus läßt sich die gesamte Wandfläche ableiten.

Das Verhältnis $F:J$ gestaltet sich günstiger, man be- nötigt also weniger Wandfläche, wenn die Zellen in drei Reihen und nicht in zwei Reihen, wie es hier der Fall ist, angeordnet werden. Die Anlage würde in diesem Fall eine quadratische Grundrißform erhalten, wobei $F:J = 0,66$ wird. Da aber den Vorrichtungen für das Verpacken und Verladen des Gutes größere Ausdehnung gegeben werden mußte, so ist die Anlage mehr der Länge nach entwickelt worden. Die Anordnung der Zellen in zwei Reihen erfordert mehr Wandfläche, ist also teurer, gewährt aber Vorteile für einen sicheren und bequemen Betrieb, der von derartigen Anlagen meistens gefordert wird und selbst mit höheren Anlagekosten erreicht werden muß. Für die gesamte Siloanlage sind 105 t Rundeisen verwen- det worden.

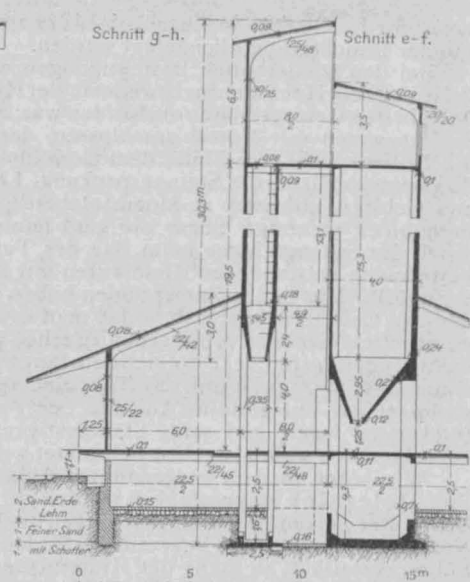
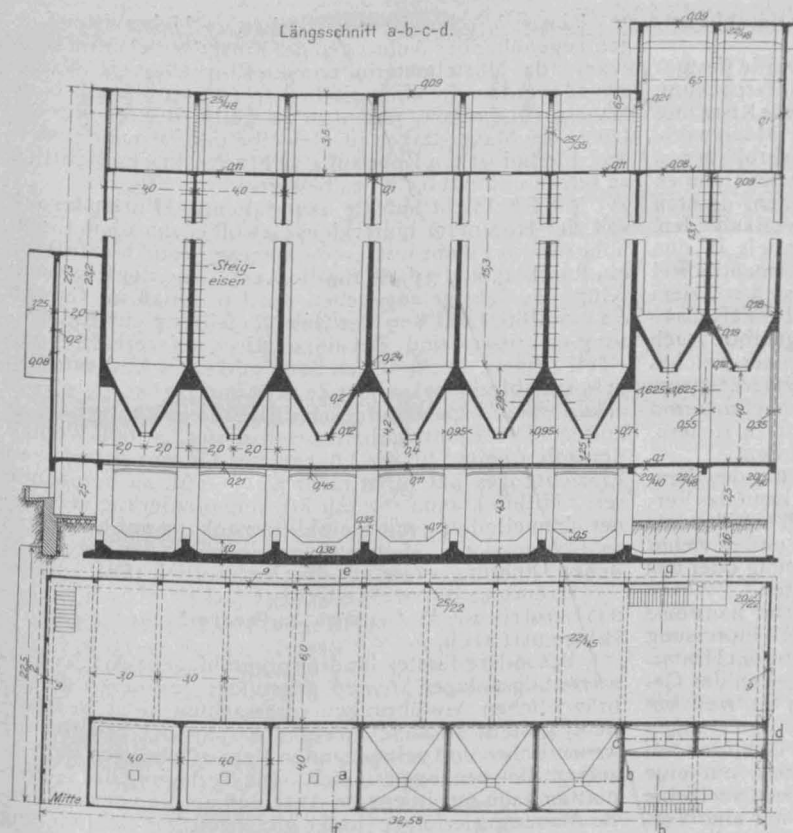
Interessant ist die Gründung der Silos. Der Boden durfte mit nicht mehr als $2,5 \text{ kg/qcm}$ belastet werden. Das Fundament ist daher als durchgehende Platte ausgebildet worden, um den zulässigen Bodendruck nicht zu über- schreiten. Die Fundamentplatte liegt 4,3 m unter Boden, ist 25 m lang und 9 m breit und überdeckt eine Fläche von 225 qm . Sie ist in Platten und Rippen aufgelöst; letztere kreuzen sich unter jeder Säule und umschließen die Platten von allen Seiten. Die Rippen der Platten springen nach oben vor, sodaß eine ebene Druckübertragungsfläche ent- steht. Dadurch wird eine günstige Ausnützung des Ma- teriales erzielt.

Die Bodenbeanspruchung ist als gleichmäßig über die ganze Bodenfläche verteilt anzusehen und berechnet sich unter dieser Voraussetzung zu $2,4 \text{ kg/qcm}$. Die so ermittelte Bodenspannung erleidet allerdings noch eine Aenderung infolge des Winddruckes, die aber, wie weiter ermittelt wird, so unbedeutend ist, daß sie auf die Beanspruchung des Fundamentes keinen merklichen Einfluß ausübt. Eben- falls kann einseitige Belastung bei teilweise gefüllten Zellen die Bodenbeanspruchung nicht erhöhen oder auf etwaige Setzungen der Anlage einen merklichen Einfluß ausüben, da das Fundament genügend steif ausgebildet ist, um ungleichmäßige Setzungen zu verhindern. Der Berechnung des Fundamentes wurde daher eine gleich- mäßig verteilte Belastung, die von unten nach oben wirkt, zugrunde gelegt.

Die zwischen den Säulen liegenden Platten sind auf allen vier Seiten in die Rippen fest eingespannt. Sie erhielten eine kreuzweise Armierung, dementsprechend wurde das Biegemoment in der Platte nach der Formel

$$M_m = + \frac{pl^2}{48} \text{ und am Plattenaufleger nach der Formel}$$

$$M_a = - \frac{pl^2}{24} \text{ berechnet und bemessen. Die Platte ist } 38 \text{ cm stark und mit einer kreuzweise geführten Eiseneinlage von } 19 \text{ mm Durchm. in Entfernungen von } 10 \text{ cm versehen. Entsprechend der Kraftwirkung von unten nach oben sind die Einlagen nach der Oberkante der Decke abgebogen; am Auflager sind die Platten durch } 25/40 \text{ cm starke Zwickel verstärkt und die Eiseneinlagen um die Untergrurte der}$$



Abbildungen 7—9.
Längsschnitt, halber Grundriß und Querschnitte
durch den Zementsilo.

bilden zugleich Bügel der erwähnten Eck-
säulen. Die Biegemomente für die Wän-
de sind daher mit $M = \frac{pl^2}{24}$ in der Mitte
und am Auflager angesetzt worden. —
(Schluß folgt.)

Trockenlegung und Sicherung von Tunnelbauten.

Von Ingenieur August Wolfsholz in Berlin. (Schluß.)

Der Bau des in den Jahren 1904 bis 1906 in Bruchstein-
mauerwerk ausgeführten 925 m langen 2 gleisigen Tunnels
konnte infolge des sehr druckhaften und wasser-
reichen Gebirges nur unter sehr großen Schwierigkeiten zu
Ende geführt werden. Schon während des Baues hatten die
Sickerwässer an vielen Stellen des Gewölbes den Mörtel aus
den Fugen gewaschen und die erforderliche starke Ver-
bauung hatte an manchen Orten ein ordnungsmäßiges
Verlegen der aus Asphaltzylinderplatten bestehenden wasser-
dichten Decke verhindert. Später hatten dann die scharf-
kantigen Steine der Hinterpackung die Deckschicht beim
Setzen des Gebirges mehrfach durchstoßen, sodaß das Ge-
birgswasser andauernd das Mauerwerk ausspülen konnte.
Im Winter wurden diese Wassergerinne in Eiszapfen ver-
wandelt, welche im Tunnel herunterhingen, während gleich-
zeitig auch auf den Gleisen das Tropfwasser Eisbildungen
verursachte. Da die störenden Einflüsse in absehbarer Zeit
weitergreifende Veränderungen an dem Bestande des ge-
samten Bauwerkes bewirken mußten, beschloß die kais. Gene-
raldirektion in Straßburg zunächst auf einer Probestrecke
von 120 m Länge einen Versuch zu machen, um mittels
Rückenbetonierung gründliche Abhilfe zu schaffen.

Die Arbeiten wurden Mitte Januar 1908 begonnen und
Ende März mit Hilfe von Nachtschichten beendet. Das
Arbeitsgebiet umfaßte 2000 qm auf einer ziemlich in Tunnel-
mitte gelegenen Strecke. Die Ausführung erfolgte in
der Weise, daß zunächst die Gesamtfläche der Widerlager
und Gewölbe mit bis durch die Hinterpackung getriebe-
nen Bohrlöchern besetzt wurden, welche nach allen Rich-
tungen 1 m Abstand von einander hatten, nur an den En-
den der Probestrecke wurde die Tunnelleibung mit je 2 Reihen
Bohrlöchern in nur 0,4 m Entfernung besetzt.

Inzwischen war die Maschinenanlage aufgestellt wor-
den, welche aus einer 12 PS. Lokomobile bestand in Ver-
bindung mit zwei Luftkompressoren, welche die angesaug-
te Luft verdichteten und mit einem Druck bis zu 10 Atm.
in einen Luftkessel preßten. Letzterer ist mit Sicherheits-
und Reduzierventil versehen und besitzt einen Verteiler
mit Abstellhähnen, von denen aus Schlauchleitungen die
Druckluft den am Arbeitsort stehenden beiden Preßkesseln
zuführen. Diese sind mit Rührwerk sowie mit Lufthahn,
Einfüll- und Auswurfhahn versehen.

Die Auswurfschläuche der beiden Mörtelkessel wur-
den nun zunächst in die untersten Löcher der Doppelreihe
von Bohrungen auf der Arbeitsgrenze eingeführt, die Kes-
sel unter ständiger Drehung des Rührwerkes mit Mörtel ge-
füllt und unter Luftdruck gesetzt. Der unter hoher Pres-
sung stehende Mörtel wurde nach Öffnen des Auswurf-

hahnes mit großer Gewalt durch das Bohrloch und die
Auspackung hinter dem Mauerwerk hindurch getrieben
und traf die anstehende Gebirgswand in weiter Ausdehnung.
So wurden nacheinander von unten nach oben alle Boh-
rungen der Doppelreihen zu beiden Seiten des Tunnels vor-
genommen und auf diese Art eine Abschlußwand aus Preß-
beton hinter dem Mauerwerk hergestellt, die sich über die
ganze äußere Tunnelleibung erstreckte. In gleicher Weise
wurden noch mehrere Abschlußwände auf der Arbeits-
strecke hergestellt. Die hierdurch gebildeten Abteilungen
oder Kammern auf dem Tunnelrücken wurden nun von
unten beginnend, durch die Bohrlöcher mit Zementmörtel
vollständig voll gepreßt, wobei jedesmal der Druckstrahl
durch die lose Steinauspäckung hindurch die Gebirgswand
mit großer Gewalt in weitem Kreise treffen mußte. So wur-
den die einzelnen Kammern vollständig mit Zement-
mörtel unter Druck ausgefüllt, welcher sowohl in die lee-
ren, vorne durch Kalfaterung geschlossenen Fugen des
Mauerwerkes eindrang, als auch sämtliche Hohlräume der
Hinterpackung und des Ausbruches schloß und noch tief
in die Spalten des Gebirges eingepreßt wurde.

Naturngemäß wurden die vorhandenen zur Ableitung
des Gebirgswassers dienenden Sickerschlitze ebenfalls
vollgepreßt; auch zeigte es sich später, daß die neuange-
legten, etwa 1 m in das Gebirge hineinreichenden, in Ab-
ständen von je 50 m zu beiden Tunnelseiten angeordneten
Drainagen zu keiner Jahreszeit Wasser führten.

Der Mörtel bestand aus 1 Teil Portlandzement und 3
Teilen scharfem Grubensand; auf 100 l Trockenmischung
wurden 30 l Wasser zugesetzt. Entsprechend den Ergeb-
nissen der von Hrn. Eisenb.-Bau-u. Betr.-Insp. de Jonge
angestellten Untersuchungen wurde während der letzten
Zeit eine Mischung von 1 Zement, 0,5 Traß, 2,5 Grubensand
und 1 Schlackensand verwendet, welche eine geschmeidig-
ere und plastischere Masse ergab. Verbraucht wurden
für 1 qm hinterpreßter Mauerfläche 350 l Mörtel; die Ge-
samtkosten stellten sich für 1 cbm eingepreßten Mörtels
einschl. Material auf 60 M. — für 1 qm gedichteter Fläche
auf etwas über 20 M.

Nachdem der Tunnel nach Beendigung der Arbeiten
am 1. April 1908 dem Verkehr übergeben worden war, be-
merkte man sehr bald ein allmählich fortschreitendes Aus-
trocknen der Mauerfläche auf der Probestrecke. Um aber
ein untrügliches Bild der hinter den Tunnelwänden ge-
schaffenen Verhältnisse zu gewinnen, ließ die kais. Gene-
raldirektion zu Anfang des Jahres 1909 von einer Nische
aus einen Stollen bis zum Scheitel des Tunnelgewölbes
treiben, durch welchen die Auspackung hinter dem Mauer-

werk und das Gebirge in einer Tiefe bis zu 2^m durchfahren und zur Besichtigung offengelegt wurden.

Bei den wiederholten Besichtigungen wurde festgestellt, daß kein Hohlraum mehr weder in der Hinterpackung noch in den Gebirgsklüften vorhanden war; alle Risse und Spalten waren mit Mörtel geschlossen, das Mauerwerk, die Isolierschicht, die hinter dem Gewölbe verbliebenen Zimmerungshölzer, die Steinauspackung, Lettenklumpen und Gebirge, alles war zu einem einheitlichen, dichten Betonblock vereinigt. Sogar die ganz fein verlaufenden, durch die Sprengschüsse beim Bau des Tunnels in den Felswänden entstandenen Risse waren mit Zementmörtel ausgefüllt. Die hellen Zementfäden hoben sich von dem dunklen Gestein deutlich ab, sodaß man in die Felsmasse eingebettete Skelette von Fischen zu sehen glaubte. Auch nicht die geringste Lücke bot sich dem Bergwasser, welches dauernd vom Angriff auf das Tunnelmauerwerk ausgeschlossen ist. Die gestellte Aufgabe, den Tunnel dauernd trocken zu legen, und seine Standfestigkeit zu sichern, kann hiernach wohl als gelöst betrachtet werden.

Wie schon in dem vorgenannten Aufsätze des Hrn. Prof. Dolezalek vorgeschlagen worden ist, kann das Verfahren der Zementmörtel-Einpressungen auch bei Tunnel-Neubauten zweckmäßig Verwendung finden und in vielen Fällen vorteilhaft an Stelle der Hintermauerung oder des Anmauerns der Gewölbe an das Gebirge treten.

Zu den dort bezeichneten Vorteilen dieser Bauweise möchte ich noch hinzufügen, daß die Mörtel-Einpressung hinter das fertiggestellte geschlossene Gewölbe der Hintermauerung oder dem Anmauern des Gewölbes an das Gebirge auch deshalb nennenswert überlegen ist, weil bei den unter hohem Druck ausgeführten Mörtel-Einpressungen selbst die feineren Spalten und Risse des Gebirges auf größere Tiefen geschlossen werden, was nicht nur eine bessere und sicherere Wasserabhaltung, sondern auch eine Festigung der Gebirgsschichten, also nicht nur eine Verstärkung, sondern auch eine Entlastung des Gewölbes ermöglicht.

Um gleich beim Neubau das vorbeschriebene Verfahren zur Anwendung bringen zu können, braucht man an der Konstruktion des Bauwerkes nur wenige Änderungen zu treffen, welche überdies in Folge Verminderung des für andere Dichtungsarbeiten erforderlichen Mehrausbruches und der Steinhinterpackung Ersparnisse mit sich bringen. Zur Fassung und Ableitung des Gebirgswassers kann man in Abständen von 10–30 m Kamine von etwa 0,3–0,5 m (Querschnitt im Gebirge hinter den Widerlagern ausarbeiten, welche nach unten Anschluß an den Sohlenkanal erhalten und oben bis Kämpferhöhe oder darüber hinausgeführt werden. Um ein Ausfüllen dieser Sickerschlitze mit Mörtel bei der Hinterpressung und die hierdurch bedingte Verstopfung zu vermeiden, werden sie mit feinkörnigem Sande angefüllt, in welchen erfahrungsgemäß flüssiger Zement nicht eindringen kann, während dem Gebirgswasser ein ungehinderter Durchgang offen bleibt.

Außerdem kann man, wenn die Wasserverhältnisse es erfordern, in Abständen, die den Ringlängen der Gewölbe entsprechen, über dem Gewölberücken 0,5–1 m breite Wasserrinnen durch kleine an das Gebirge anschließende Quermauern erstellen, durch welche das bis an diese Stellen verdrängte Wasser abgeführt werden kann.

Aus Vorstehendem geht hervor, daß das Verfahren der Tunnelrücken-Betonierung sich allen Verhältnissen anpassen läßt und für alle bekannten Tunnelbauweisen angewendet werden kann. Durch Anwendung dieses Verfahrens können erhebliche Vorteile nicht nur in bezug auf Erhöhung der Standfestigkeit und dauernde Wasserdichtigkeit, sondern auch durch Ersparnisse an Bauzeit und Kosten beim Neubau erzielt werden. Bei den gebräuchlichsten Bauweisen ist ein Mehrausbruch von mindestens 0,6 m Höhe über dem Gewölbe erforderlich, um die Asphaltisolierung nebst Schutzschicht herstellen zu können. Demgegenüber ist bei der Rückenbetonierung überhaupt kein höherer Arbeitsraum hinter dem Mauerwerk auszubringen, als er durch das Verlegen der Mauersteine selbst bedingt wird, hierfür genügt aber ein Lichtraum von etwa 0,2 m, der auch für die dicke Decke aus Preßbeton ausreicht. Es tritt also für 1 qm Fläche der äußeren Gewölbeleibung eine Ersparnis von 0,4 cbm Ausbruch oder für 1 lfdm Länge bei einem zweigleisigen Tunnel von etwa 4–5 cbm ein. Weiter fallen die Verlegung der Asphaltisolierschicht und das Aufbringen der in Zementmörtel zu verlegenden Schutzschicht sowie das Einbringen und Hinterfüllen der Auspackung für einen Teil des Mehrausbruches fort, welche Arbeiten und Materialien mit 10–12 M./qm anzusetzen sind, sodaß zuzüglich der durchschnittlich 4–5 M. ersparten Kosten infolge des Wenigerausbruches von 0,4 cbm eine Ersparnis von durchschnittlich mindestens 16 M. oder für 1 lfdm Tunnellänge von etwa 180 M. sich ergibt.

Diesen Minderleistungen stehen an Mehraufwendungen gegenüber das Anbringen der Einspritzlöcher im Mauerwerk, das Mörtelmaterial und die Einpreßarbeit. Naturgemäß werden die Einspritzlöcher von vornherein beim Mauern vorgesehen, indem 40 mm weite Röhren von der Länge der Mauerstärken im Gewölbe mit vermauert werden, hierbei ist ein Rohr auf 1 qm Fläche durchschnittlich zu setzen und mit 0,5 M. zu bewerten.

Mit Rücksicht auf die raumfüllende Hinterpackung soll der Hohlraum hinter dem Gewölbe von 0,2 m Lichthöhe für 1 qm Fläche mit 0,15 cbm angesetzt und hierzu noch ein Zuschlag von 33 1/3 % für die Ausfüllung der Risse und Klüfte im Gebirge zugegeben werden, sodaß im Ganzen 0,2 cbm Mörtel auf 1 qm der Gewölbeleibung zur Einpressung zu bringen sind. Bei einem Mischungsverhältnis von 1 Teil Zement zu 2 1/4 Teilen Sand und einer Ausbeute von 75 % sind hierfür 57 l = 80 kg Zement und 143 l = 200 kg Sand erforderlich, welche durchschnittlich insgesamt 2,5–3 M. kosten. Die Einpreßarbeiten selbst werden bei Wegfall der Bohrarbeiten für die Löcher und bei gut getroffenen Einrichtungen auf nicht mehr als 3–4 M. zu berechnen sein. Mithin kommt 1 qm mit Rückenbetonierung versehener Tunnelleibung mit Steinhinterpackung auf höchstens 0,5 + 0,5 + 3 + 4 = 8 M. zu stehen gegenüber der gebräuchlichen Dichtungsweise mit durchschnittlich 16 M.

Die neue Bauweise bringt daher eine Ersparnis von rd. 100 M. für das laufende Meter Tunnellänge mit sich.

Besondere Kosten für die vorgeschlagene Art der Entwässerungsanlagen können gegenüber den durch die gebräuchlichen Ausführungen verursachten nicht in Rechnung gestellt werden. Weitere Ersparnisse bringen die wesentlichen und zeitsparenden Vereinfachungen der einzelnen Bauvorgänge mit sich. Die Verlegung der Isolierplatten kann nur in engem Anschluß an die vorschreitende Mauerung erfolgen unter gleichzeitiger Behinderung und Verzögerung der übrigen Bauarbeiten. Dahingegen gestattet das neue Verfahren den ungehemmten Fortschritt der Mauerung. Der Aufenthalt für das Aufbringen der Schutzschicht und das Einbringen des größten Teiles der Hinterpackung fällt ebenfalls fort. Erst nach Fertigstellung einer Tunnelstrecke von einigen hundert Metern, nach erfolgter Ausrüstung und stattgehabtem Setzen des Gewölbes erfolgt die Mörtel-Einpressung in einer den Verkehr im Tunnel keineswegs behindernden, rasch fortschreitenden Weise.

Bekanntlich bringt das Ausrüsten ein Setzen und dadurch meist die Bildung von Rissen im Gewölbe mit sich, welche bei den bisherigen Bauweisen ungebessert bleiben mußten. Mittels der Rückenbetonierung werden diese bedenklichen Erscheinungen beseitigt, alle Risse und vom Sickerwasser ausgepülten Fugen werden geschlossen, über dem Gewölbe wird eine wasserdichte verstärkende Schicht erzeugt und alle Klüfte und Spalten des Gebirges werden auf größere Tiefen ausgefüllt. Gleichzeitig wird das lose, durch den Bau gelockerte Gefüge des Gebirges zusammengeschlossen, sodaß der sonst auf dem Tunnel lastende Gebirgsdruck vermindert wird. Ein Fortspülen der losen Zwischenschichten der einzelnen Gesteinlager wird nicht mehr erfolgen und die Bildung von Höhlen im Gebirge über dem Tunnel wird verhindert.

Sollte durch nachträgliches Setzen der Fundamente oder irgend eine Erdbewegung ein Riß in der Rückenbetonierung und damit eine nasse Stelle im Tunnel entstehen, so bringt eine nachträgliche Zement-Einpressung in einfachster Weise dauernde Abhilfe. Im Uebrigen aber können Ausbesserungen als für absehbare Zeit ausgeschlossen erklärt werden: Welcher Fortschritt aber dieser Zustand gegenüber dem jetzigen unbefriedigenden und gefährlichen Befund unserer Tunnel bedeutet, bedarf keiner weiteren Erörterung.

Bei Anwendung dieses Verfahrens wird auch die belgische Tunnelbauweise, bei welcher bekanntlich die Risse am Gewölberücken infolge der Unterfangungsarbeiten nicht zu vermeiden sind, zweckmäßiger zur Anwendung kommen und häufiger zugelassen werden können, als bisher.

Die guten Erfolge, welche mit der Rückenbetonierung an alten Tunneln erzielt worden sind, können es nur als wünschenswert erscheinen lassen, daß das neue Verfahren bei künftigen Tunnelneubauten von vornherein zur Anwendung gebracht wird, denn es ermöglicht wesentliche Ersparnisse, verkürzt die Bauzeit und verbürgt trockene und vor Zerstörungen gesicherte Bauwerke. —

Inhalt: Siloanlage der Portland-Zement-Fabrik „Croatia“ A.-G. in Podused bei Agram. (Fortsetzung.) — Trockenlegung und Sicherung von Tunnelbauten. (Schluß.) —

Verlag der Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H., Berlin. Für die Redaktion verantwortlich Fritz Eiselen, Berlin. Buchdruckerei Gustav Schenck Nachflg., P. M. Weber, Berlin.